

# 単位体積重量の実測値と一般値との比較

日本エルダルト株式会社 ○大場 椋斗, 廣田 駿太, 西浦 乃吾

## 1. はじめに

地質調査で提案する物性値として、単位体積重量 $\gamma_t$  ( $\text{kN/m}^3$ ) が挙げられる。 $\gamma_t$ は土質の種類及び密実度から表-1に示す一般値<sup>1)</sup>を使用することが多い。岩盤においては式-1に示す(標準貫入試験)N値との関係式<sup>2)</sup>も示されている。また、地すべり安定解析では、道路土工に示される一般値 ( $18 \text{ kN/m}^3$ )<sup>3,4)</sup>が使用されることが多い。しかしながら、上記の一般値及び関係式は目安であり、実際の値との乖離が懸念される。

近年のボーリングコア採取技術の向上により、高品質なコアが採取されることから、簡易的な計測で $\gamma_t$ を算出することが可能である。本稿は、 $\gamma_t$ の実測値と一般値及び関係式を比較し、 $\gamma_t$ を提案する際の妥当性について検証した。

表-1 土の単位体積重量( $\text{kN/m}^3$ )<sup>1)</sup>

地盤	土質	緩いもの	密なもの
自然地盤	砂及び砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18

$$\gamma_t = 1.173 + 0.4 \times \log_{10} N \quad [ \times 9.807 \text{ kN/m}^3 ] \dots \text{式-1}^2)$$

## 2. 計測方法

調査業務にて採取したボーリングコアのうちコア採取率100%のものを計測の対象とした。一般的にボーリングコアは、1.0m毎にコア箱に収められることから、0.5~1m/本の円柱状となることが多い。このことから、コアの半径を指定することで容易にコアの体積を算出できる。 $\gamma_t$ の算出は式-2で表される。

$$\gamma_t = (m / \pi r^2 L) \times g \quad \dots \text{式-2}$$

$\gamma_t$ : 単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

$\pi$ : 円周率

r: コアの半径 (m)

L: コアの長さ (m)

m: コアの質量 (kg)

g: 重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )

ここで、半径はコアチューブの内径と同値とし、 $\phi 66$ のコアは  $r=0.0249 \text{ m}$ 、 $\phi 86$ のコアは  $r=0.034 \text{ m}$ とした。質量は写真-1のようにコアスリーブで包まれた状態のコアを半割した塩ビ管に乗せて測定する。長さは写真-2のようにコアの上端から下端までの長さを定規で測定した。ただし、コアの形状が円柱状でないものについては測定の対象外とした。以上の測定値、設定値をもとに式-2を用いて $\gamma_t$ を算出した。



写真-1 コアの質量測定



写真-2 コアの長さ測定

## 3. $\gamma_t$ の集計と文献との比較

各コアに対して土層又は岩種のカテゴリをした。ただし、1本のコア区間に層境界があるものは集計の対象外としている。集計したデータをもとに以下の(1)~(3)について統計的検討を行った。

### (1) 砂礫の一般値と実測値の比較

砂及び砂礫の一般値<sup>1)</sup>は「緩いもの」: $18 \text{ kN/m}^3$ 、「密なもの」: $20 \text{ kN/m}^3$ の2つが示されている。本稿は、礫混じり土砂の対象となりうる土質のうちa~cの3つについてそれぞれ集計を行った。結果を図-1に示す。

a: 砂礫

b: 玉石混じり砂礫

c: シルト混じり砂礫

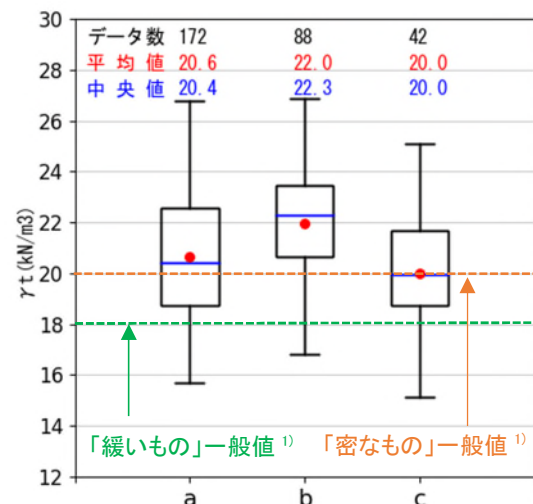


図-1 砂及び砂礫の $\gamma_t$ 箱ひげ図

$\gamma_t$  測定の結果、どの土質もバラツキが大きい結果となった。この差は構成する粒子の種類や礫率の差により生じている。そのため粒度組成によっては、一般値と実際の値との乖離が生じやすい。

### (2) 岩盤の N 値— $\gamma_t$ 回帰直線の比較

岩盤について、文献では岩盤の種類を問わず、N 値との関係式<sup>2)</sup>が示されている。本稿の集計結果と回帰直線を図-2に示す。

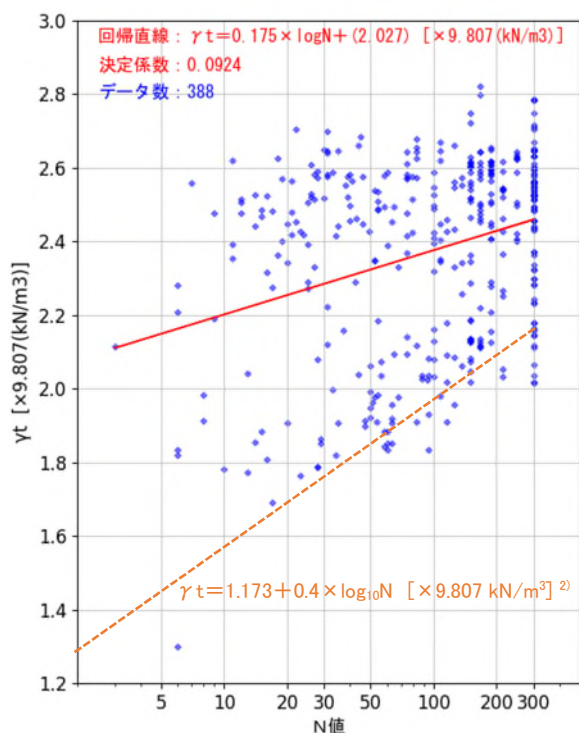


図-2  $\gamma_t$ —N 値の散布図及び回帰直線(岩盤)

本稿では、N 値300以上の値は、N 値300として集計している。本稿の計測で得られた回帰直線と文献で示されている回帰直線を比較したところ、傾きが小さく切片が大きい結果となった。文献で示される式ではN 値が小さいほど $\gamma_t$  が過小評価される可能性が高い。また、本稿で算出した式の $R^2$ 値(決定係数)は0.0924と低く、回帰直線より算出した $\gamma_t$  は、自然状態の $\gamma_t$  との乖離が生じやすい。

### (3) 地すべり土塊の一般値と実測値の比較

地すべり土塊について、一般値 ( $\gamma_t=18\text{kN/m}^3$ )<sup>3,4)</sup>が示されている。本稿では、以下の5つの岩盤を起源とする地すべり移動土塊について集計を行い、その結果を図-3に示す。

- A: 白亜紀—泥質岩, 玄武岩, チャート
- B: 古第三紀—泥質岩
- C: 古第三紀—砂岩頁岩互層
- D: 古第三紀—泥質岩
- E: 新第三紀—砂岩

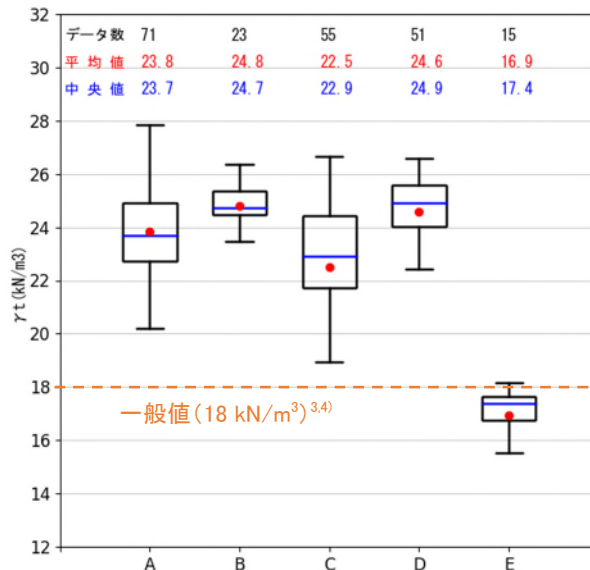


図-3 地すべり土塊の $\gamma_t$ 箱ひげ図

土塊の種類毎に値のバラツキはあるものの、A~D 土塊の平均値は18  $\text{kN/m}^3$ を大きく上回る結果となった。一方で新第三紀の砂岩を起源とする E 土塊の平均値は、18  $\text{kN/m}^3$ を下回る結果となった。地すべり土塊の $\gamma_t$ は起源岩盤の形成年代によって異なり、新第三紀以降の岩盤を起源とする土塊の $\gamma_t$ は、一般値(18  $\text{kN/m}^3$ )以下となる可能性がある。

## 4. まとめ

本稿では、コアを用いた実測値から $\gamma_t$ を算出し、文献で示される一般値との比較を行った。その結果、今回対象とした土質、岩盤についてはいずれも一般値の範囲から大きく逸脱した値が確認された。本稿で紹介した計測は、コアの質量と長さから $\gamma_t$ を算出する簡易的な方法であり、短時間で行うことができることから積極的な利用が望まれる。

以上より、適切な $\gamma_t$ を提案するためには、無条件に一般値を使用することなく、本稿で示したような計測を実施することが必要である。

### 《引用・参考文献》

- 1) (社)日本道路協会(2012):道路土工 擁壁工指針, p. 66.
- 2) 設計要領第二集,橋梁建設編(2016):(株)高速道路総合研究所, p. 4-7.
- 3) (社)日本道路協会(2009):道路土工 切土工・斜面安定工指針, p. 399.
- 4) 設計要領第一集,土工建設編(2016),(株)高速道路総合研究所, p. 2-27.